

諫早湾干拓調整池水質等調査結果

赤澤貴光・濱邊 聖・八並 誠

Water Quality of the Detention Pond Originated from Isahaya-bay Land Reclamation

Takamitsu AKAZAWA, Masashi HAMABE, Makoto YATSUNAMI

Key Words : Isahaya-bay, Detention Pond, Land Reclamation

キーワード: 諫早湾, 干拓, 調整池

The detention pond was resulted from the Isahaya bay reclamation enterprise in 1997.

Although the water quality conservation target value is set to the detention pond, it is hardly attained. Total COD in the detention pond is changed in accordance with suspended COD, and is considered to be affected by multiplication of plankton, or winding up of the sediment. On the other hand, T-N is affected by dissolved T-N, and the change in phytoplankton is considered to have affected change of T-N.

Moreover, it is considered that the amount of pollution loads from the rivers which flows into the detention pond is decreasing in the results of an investigation by the fiscal 2001, but the amount of loads from the Honmyogawa valley is high, and the countermeasure in this valley is important.

From now on, while there is the necessity of taking the measure against pollution load curtailment from both sides in the land area and the detention pond, the pollution mechanism in the detention pond needs to be solved.

はじめに

1997年4月14日、諫早湾干拓事業の工事で湾奥部が潮受け堤防で閉め切られ、調整池が創出された。

調整池の水質保全対策については、環境影響評価において水質保全目標値(COD:5mg/l以下、T-N:1mg/l以下、T-P:0.1mg/l以下、塩化物イオン濃度:170mg/l以下)が設定され、1998年2月に策定された諫早湾干拓調整池水質保全計画¹⁾(以下「水質保全計画」という。)に基づき汚濁負荷削減対策が実施されている。しかしながら、この水質保全計画は、1998年度から2002年度までを計画期間としており、諫早湾干拓事業の完成が当初の予定より遅れたことなどから、計画の見直しが必要となっているところである。

そこで、当所において2001年度までに実施した調査結果から得られた知見等についてまとめたので報告する。

1. 調査地点及び調査年度

調査は図1に示した地点(調整池流入河川17河川、調整池内5地点)においておこなった。

調整池内の水質及び底質調査については、潮受け堤防で締め切られた1997~2001年度、調整池流入河川調査については、1998~2001年度に調査を実施した²⁻⁵⁾。

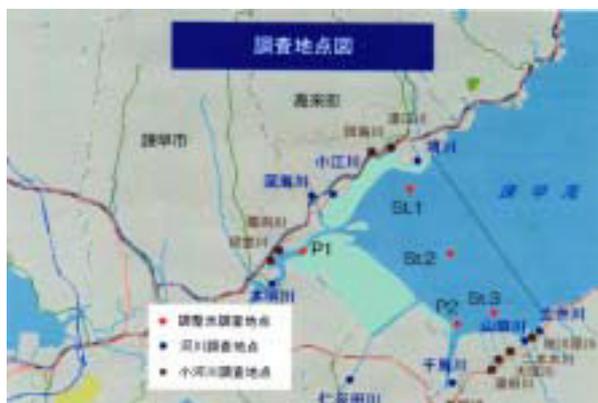


図1 調査地点図

2. 調査結果

(1) 調整池流入河川からの負荷量調査

17河川から調整池に流入する負荷量の合計の経年変化と、水質保全計画における予測値の対比を図2に示した。

COD、T-N、T-Pとも河川からの負荷量は毎年減少傾向にあるが、これは都市下水道や農業集落排水の普及等によるものと考えられる。

次に、各河川の項目別負荷割合を図3に示す。なお、平成10年度は、9月期の降雨による影響が大きく、通常状態ではないと考えられるため、平成11

年度～13年度のみを示した。

図3のとおりいずれの年度も全ての項目において本明川の負荷量が極めて高く、本明川流域からの負荷量を削減することが調整池に与える負荷量を削減することにつながるものと考えられる。

なお、T-Nについては、調整池北部に流入する河川よりも調整池南部に流入する河川の方が濃度、負荷量とも非常に高い傾向がある。調整池南部に流入する河川の流域では、従来より畜産業が盛んであったことから、家畜糞尿の適正処理対策の指導等が今後重要と考えられる。

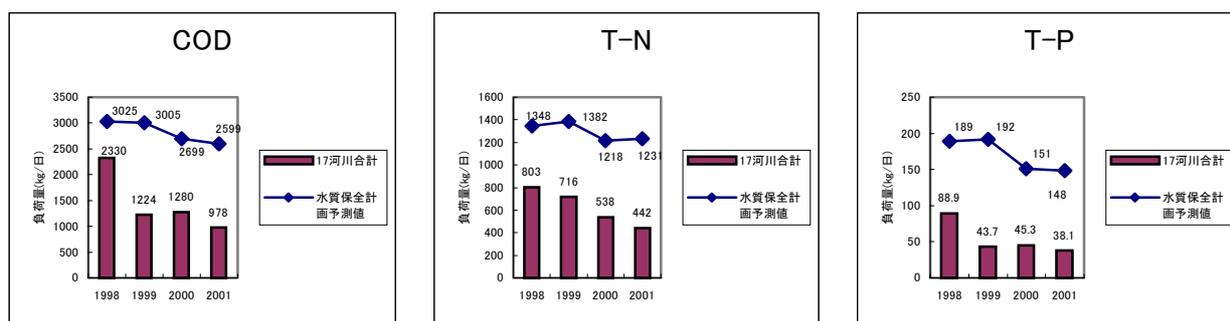


図2 17河川からの汚濁負荷量の合計と水質保全計画予測値

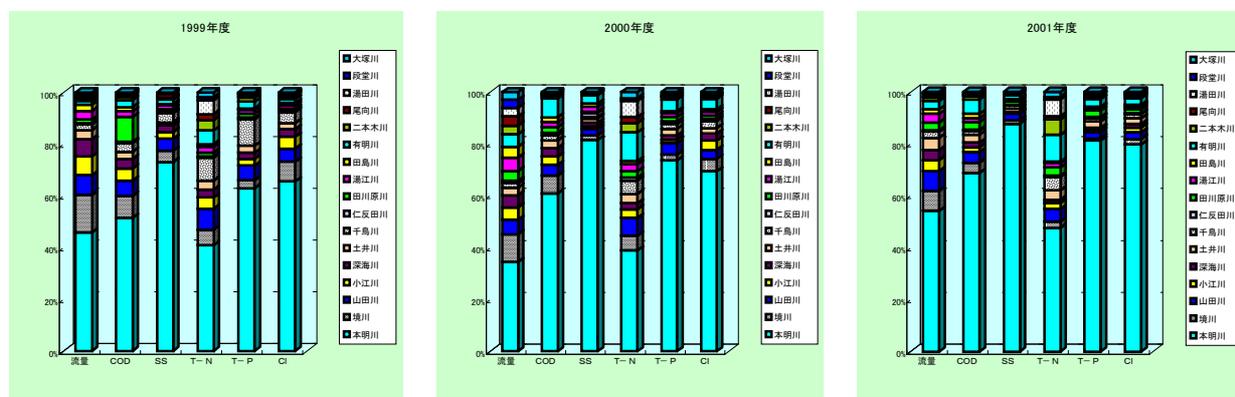


図3 項目別負荷割合(平成11～13年度)

(2) 調整池水質及び底質調査

(a) 調整池水質調査

(ア) 塩化物イオン(Cl)濃度

1997年度以降の塩化物イオン濃度を図4に示す。

塩化物イオン濃度は、潮受け堤防で締め切られた1997年度は本明川河口域であるP1地点以外の4地点において変動が大きかったが、1998年度以降は1999年の冬～春期を除き概ね1,000mg/l以下で推移

している。

塩化物イオン濃度が上昇する要因としては、堤体からの浸透、底質からの溶出、干陸地からの溶出等が考えられるが、有明川河口域であるP2地点の濃度が堤防に近いSt.1～St.3地点の濃度とほぼ同じであること、干陸地からの溶出が堤防締め切り後数年で激減していることなどから、底質からの溶出が最も大きいものと考えられる。

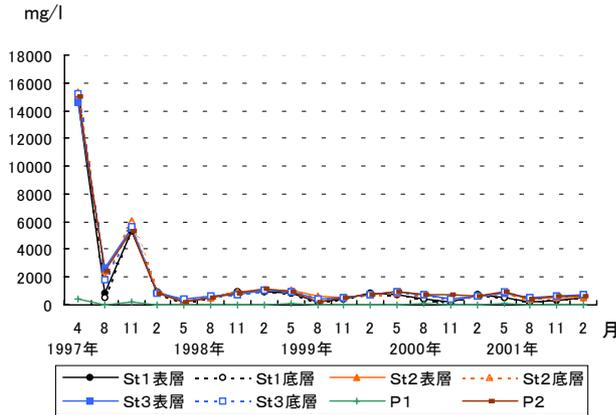


図4 塩化物イオン濃度の経年変化

(イ) SSの経年変化

1997年度以降のSSの経年変化を図5に示す。

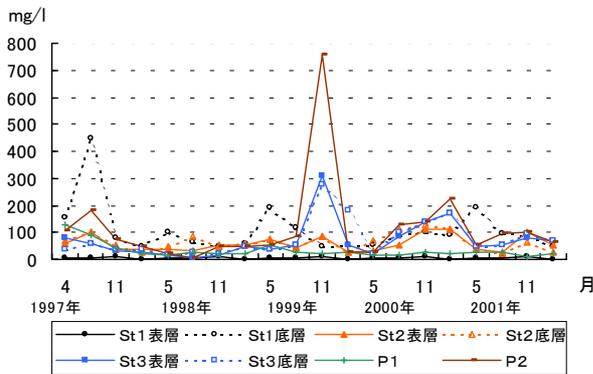


図5 SSの経年変化

SSは全地点とも変動が非常に大きく、これは降雨時の河川からの流入や、風等による攪拌によるものと考えられる。

(ウ) CODの経年変化

1997年度以降のCODの経年変化を図6に示す。

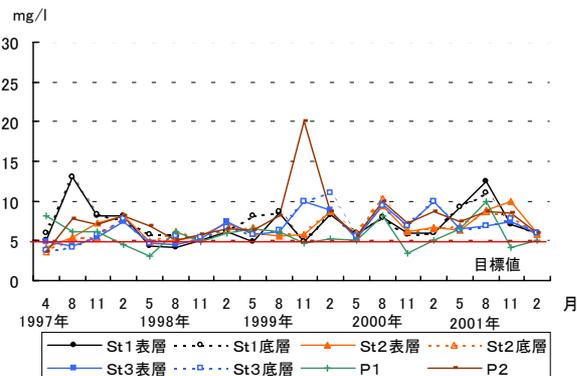


図6 CODの経年変化

CODは全地点において変動が大きく、水質保全目標値である5mg/lを達成できないことが多い。

次に、懸濁態CODと溶存態CODの経年変化(各年度四半期毎のP1を除く4地点の平均)を図7に示す。

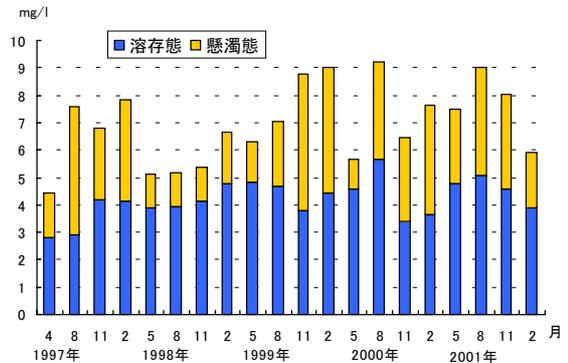


図7 懸濁態及び溶存態CODの経年変化

図7に示すとおり、溶存態CODは概ね4mg/lで推移しているのに対し、懸濁態CODは変動が大きいことから、調整池内のCODは懸濁態CODの影響を強く受ける傾向があるものと考えられる。なお、全CODと懸濁態CODには強い正の相関関係($r^2=0.8877$)(1998年度以降全地点の四半期毎の相関)があり、このことから全CODが懸濁態CODの影響を受けているといえる。

懸濁態CODについて地点別にみると、調整池南部の地点(St.3、P2)においては、SSとの間に正の相関がみられた(図8)。一方、調整池北部の地点(St.1、St.2、P1)においては、SSよりもクロロフィルaとの間に正の相関がみられた(図9)。これらのことから、COD変動の要因として、調整池北部においては主に藻類の増殖が考えられ、調整池南部においては主に動物プランクトンや底質の巻き上げによるものが大きいと考えられる。

(エ) T-Nの経年変化

1997年度以降のT-Nの経年変化を図10に示す。T-Nは、一時的に水質保全目標値である1mg/lを下回ることがあるものの、全般的に達成できないことが多い。

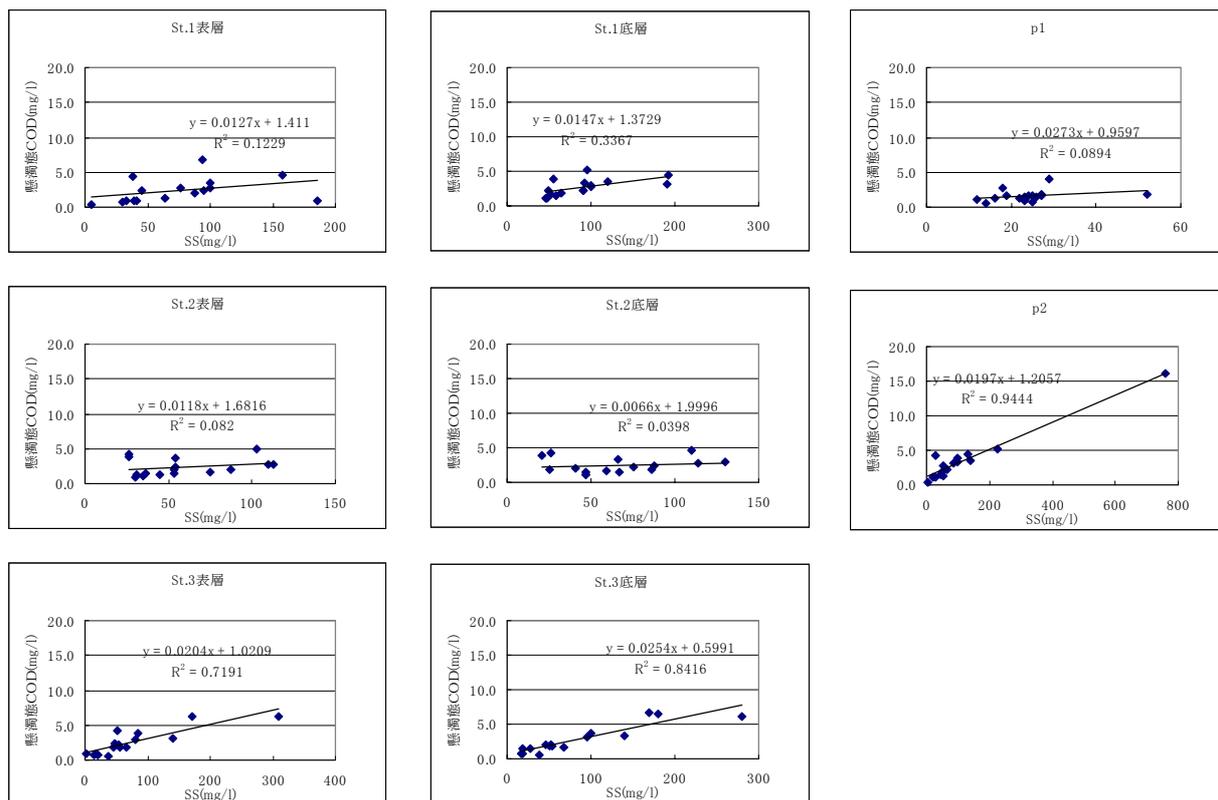


図8 懸濁態CODとSSの相関関係

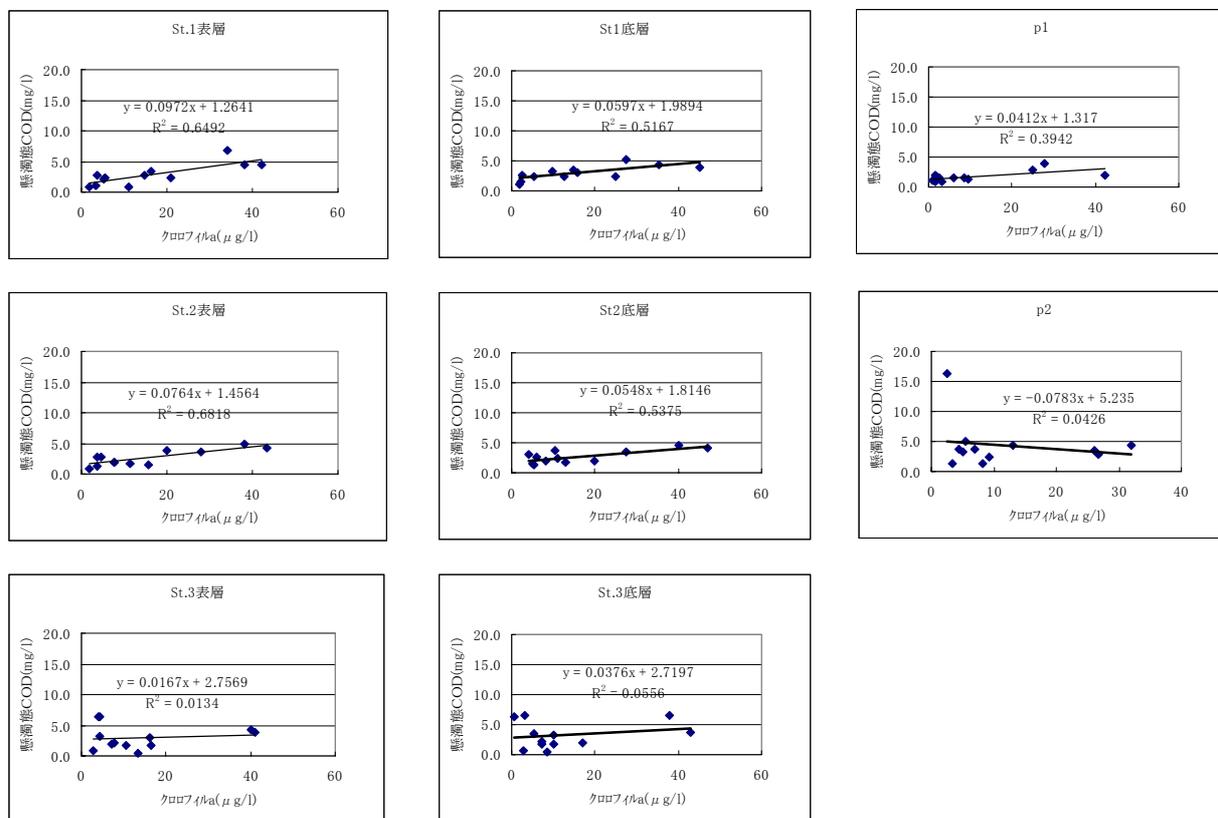


図9 懸濁態CODとクロロフィルaの相関関係

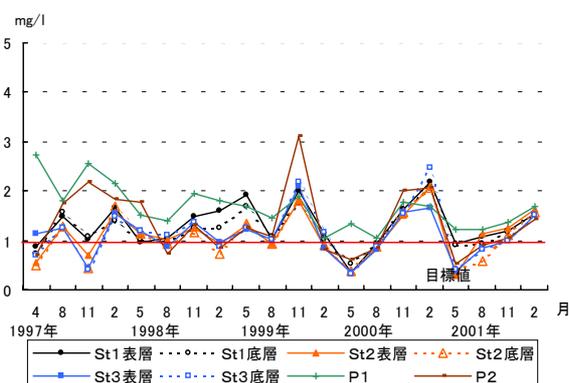


図10 T-Nの経年変化

次に、懸濁態T-Nと溶存態T-Nの経年変化(各年度四半期毎のP1を除く4地点の平均)を図11に示す。

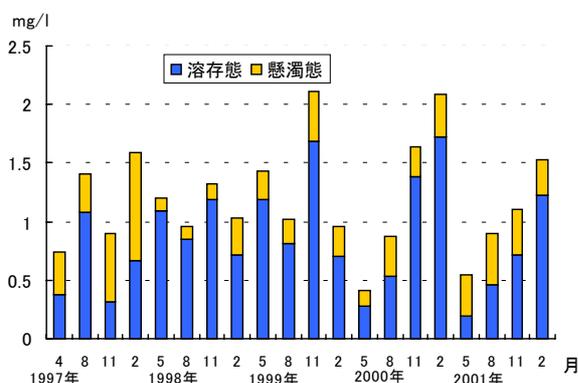


図11 懸濁態T-Nと溶存態T-Nの経年変化

懸濁態T-Nは概ね0.5mg/l前後で推移しているのに対して、溶存態T-Nは変動が大きく、CODとは逆に調整池内のT-Nは溶存態T-Nの影響を強く受けるものと考えられる。なお、全T-Nと溶存態T-Nには強い正の相関関係($r^2=0.8613$)(各地点の各年度四半期毎の相関)があり、このことから全T-Nが溶存態T-Nの影響を受けているといえる。

(オ) T-Pの経年変化

1997年度以降のT-Pの経年変化を図12に示す。T-Pは特に季節変動等はみられないが、全地点とも概ね0.1~ 0.4mg/lで推移しており、水質保全目標値を達成できないことが多い。

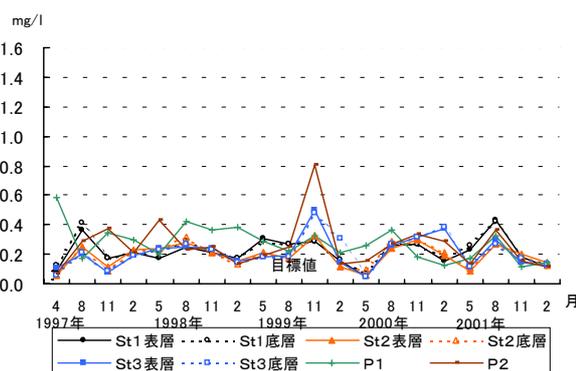


図12 T-Pの経年変化

次に、懸濁態T-Pと溶存態T-Pの経年変化(各年度四半期毎のP1を除く4地点の平均)を図13に示す。T-Pは、CODやT-Nとは異なり、懸濁態、溶存態とも変動が大きく、どちらかの影響が強いという傾向はみられない。

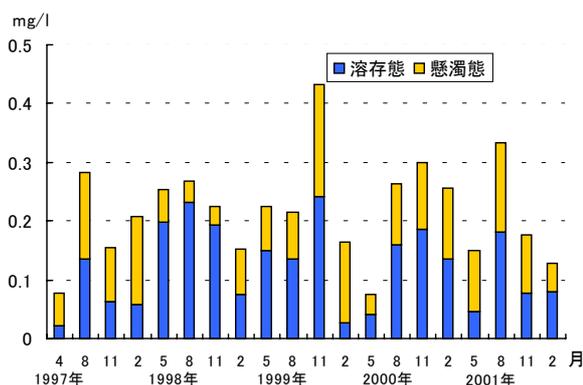


図13 懸濁態T-Pと溶存態T-Pの経年変化

なお、N/P比は1998年度以降冬期にはほぼ全地点で10前後であるが、夏期には5以下に減少する傾向がみられた。T-Pはほぼ全地点で0.02mg/l以上であることから、水質汚濁防止法施行規則に従い、調整池内のプランクトンの発生要因を考えた場合、藻類の増殖には窒素が制限的であると考えられる。

(カ) クロロフィルaの経年変化

1997年度以降のクロロフィルa濃度の経年変化を図14に示す。クロロフィルaは、1999年度までは冬期に高い傾向を示したが、2000年度は夏期に高い傾向を示した。いずれも植物プランクトンの増殖が確認されていることから、このことが原因と考えられる。また、クロロフィルa

が高いときは、無機態窒素及びリン酸態リンが減少する傾向がみられる。

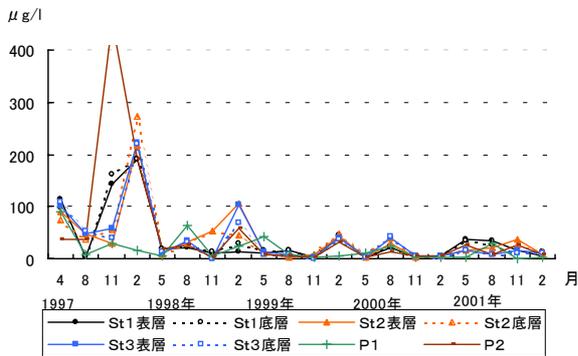


図14 クロロフィルa濃度の経年変化

(b) 調整池底質調査

(ア) 底質の変化

潮受け堤防が締め切られた1997年度は、本明川河口域にあたるP1地点以外の4地点の底質では黒褐色の濁土であった。その後表層に茶褐色の層の蓄積がみられたが、1999年度以降は再び黒褐色の濁土となっている。

P1地点の底質は、1997年度は小石混じりの砂状であったが、その後濁状へと変化し、現在は固い泥状となっている。

(イ) 乾燥減量及び強熱減量の変化

図15及び図16に調整池内5地点における底質の乾燥減量及び強熱減量の経年変化を示す。

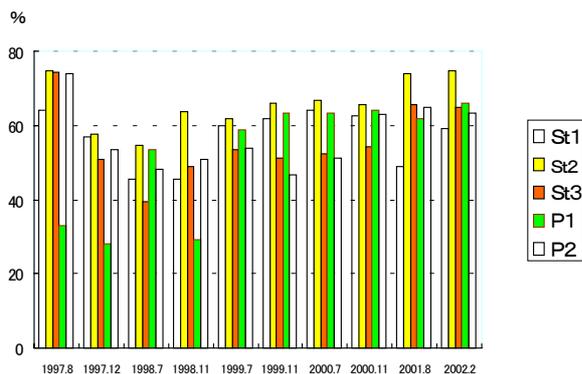


図15 底質の乾燥減量の経年変化

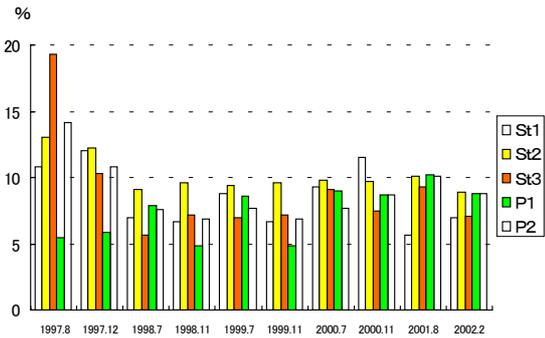


図16 底質の強熱減量の経年変化

潮受け堤防締め切り(1997年度)直後は、P1地点を除く4地点において乾燥減量が70%程度であったが、同年12月以降は50%前後まで急激な減少がみられた。その後上昇に転じ、2001年度には再び1997年度と同程度まで増加している。

本明川河口域であるP1地点における乾燥減量は、潮受け堤防締め切り直後である1997年度に30%程度だったものが、1999年度以降は他の4地点と同程度にまで増加している。

強熱減量は、P1地点を除く4地点においては1997年度に急激な減少がみられたが、その後は概ね10%前後で推移している。一方、P1地点では、1997年度には5%程度であったものが、徐々に増加し2001年度には他の4地点と同程度まで増加している。

P1地点における乾燥減量及び強熱減量の変化は、底質が砂状から濁状に変化したことによるものと考えられる。

(ウ) CODの変化

調整池内の5地点の底質におけるCODの経年変化を図17に示す。

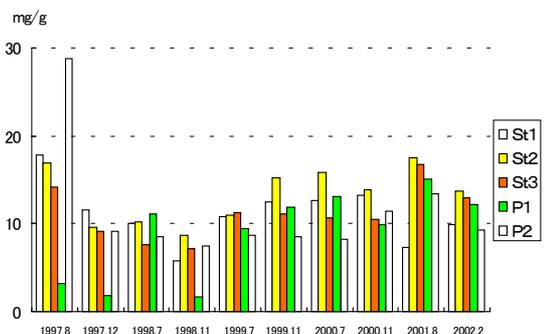


図17 底質のCODの経年変化

P1を除く4地点においては、1997年度以降10mg/g・dryまで減少したが、その後再び増加に転じ2001年度には10~15mg/g・dryとなっている。地点別にみるとSt.2地点が多少高めであるが、これはSt.2地点が他の地点に比べて底質が軟らかく、泥状であるためと考えられる。一方、P1地点は堤防締め切り直後に比べて増加しており、2001年度には他の4地点と同程度まで増加がみられた。これはP1地点の底質が砂状から泥状に変化していることによるものと考えられる。

(エ) T-N及びT-Pの経年変化

調整池内の5地点の底質におけるT-N及びT-Pの経年変化をそれぞれ図18及び図19に示す。T-Nは、P1を除く4地点においては、COD同様潮受け堤防締め切り後に減少し、その後再び増加がみられた。その一方、T-Pは潮受け堤防締め切り後大きな変化はみられていない。また、地点別ではCOD同様T-N、T-PともSt.2地点が多少高めの傾向がみられた。本明川河口域であるP1地点は、T-NはCOD同様潮受け堤防締め切り後増加がみられるものの、T-Pについては大きな変化はみられていない。

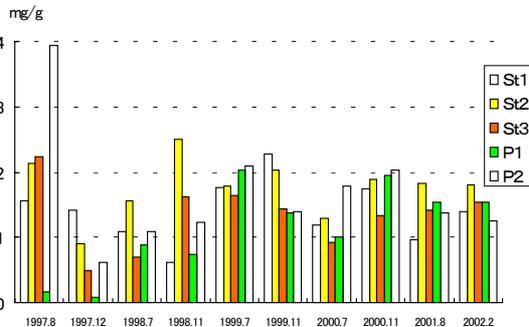


図18 底質のT-Nの経年変化

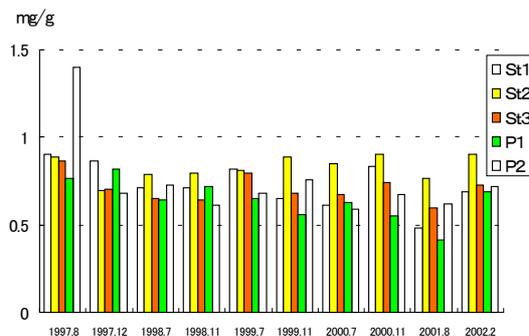


図19 底質のT-Pの経年変化

(オ) 硫化物の経年変化

調整池内の5地点の底質における硫化物の経年変化を図20に示す。

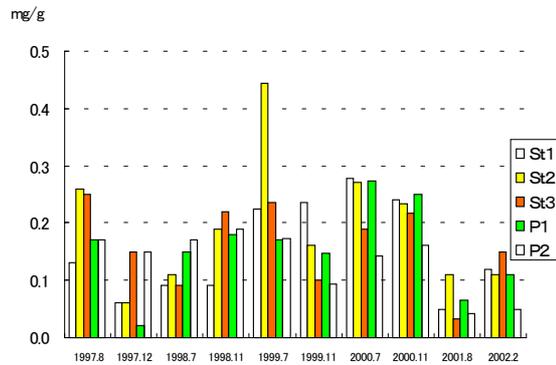


図20 底質の硫化物の経年変化

硫化物は、全地点で変動が大きく、概ね0.05~0.3mg/g・dryで推移している。

3. まとめ

(1) 調整池流入河川からの負荷量調査

1997年度の潮受け堤防締め切り以降、調整池に流入する河川が調整池に与える負荷量は、COD、T-N、T-Pとも毎年減少傾向がみられるが、これは都市下水等や農業集落排水の普及によるものと考えられる。流入河川のなかでは、本明川からの負荷量がすべての項目において他の河川に比べて極めて高かった。これは、本明川が他の河川に比べて流量が多いことから、調整池の水質を水質保全目標値以下に抑えるためには、本明川流域の負荷削減対策の実施促進が重要と考えられる。

また、調整池南部に流入する河川からはT-Nの負荷量が高く、これらの地域においては畜産業等に対する対策が非常に重要と考えられる。

(2)調整池内の水質及び底質調査

1997年度の潮受け堤防締め切り以降、調整池内の塩化物イオン濃度は1,000mg/l前後まで激減したが、その後2001年度までは淡水化が鈍化し、水質保全目標値である170mg/lはほとんど達成されていない。淡水化が鈍化した原因としては、干陸地からの溶出や、堤体からの浸透なども考えられるが、底質からの溶出によるものが最も大きいものと考えられる。

調整池内の水質は、COD、T-N、T-Pとも水質保全目標値をほとんど達成できていない。

全CODのうち溶存態CODの変動は小さく、懸濁態

CODに合わせて全CODが変動する傾向がみられた。また、調整池北部の地点の懸濁態CODはクロロフィルa濃度と正の相関がみられ、調整池南部の懸濁態CODはSSと正の相関がみられた。このことから、調整池北部においては主に藻類の増殖がCOD変動の原因と考えられ、調整池南部においては主に動物プランクトンや底質の巻き上げによりCODが変動するものと考えられる。

一方、T-Nは懸濁態T-Nの変動は小さく、溶存態T-Nに合わせて変動する傾向がみられた。溶存態T-Nの多くは無機態と考えられるが、植物プランクトンが増殖したときはこれらの無機態窒素が消費されることから、植物プランクトンの増減がT-Nの変動に影響を及ぼすものと考えられる。

T-Pは、懸濁態及び溶存態のどちらかの影響を強く受けるといった傾向はみられなかった。しかし、クロロフィルa濃度が増加したときは溶存態リンの主成分であるリン酸態リンが減少する傾向がみられたことから、植物プランクトンの増減によりT-Pも大きく変動するものと考えられる。

底質は、本明川河口域であるP1地点以外の4地点において、COD及びT-Nが1997年度以降減少したが、その後また増加に転じるという現象がみられた。また、P1地点においては、堤防締め切り以降他の4地点と似た底質に変化しているものと考えられる。

4. 考察及び課題

調整池において水質保全目標値を達成させるためには、陸域及び調整池内の両方の対策が、必要であると考えられる。

陸域からの汚濁負荷削減のためには、点源のみならず面源も含めた対策の推進が求められ、より正確な陸域からの汚濁負荷量の把握に努める必要があると考えられる。

一方、調整池内の対策としては、植物プランクトンの増殖を抑えるための施策や、底質からの溶出を防ぐための施策が重要であると考えられる。

2001年度までの調査では、陸域からの汚濁負荷量や、調整池内の物質の相関関係等について調査を実施してきた。しかし、調整池流域17河川からの負荷量のみで陸域からの汚濁負荷量を正確に把握することは困難で、かつ、今までの調査内容から調整池内の汚濁物質の循環プロセスを把握することも困難である。

今後は、調整池に適した汚濁負荷削減対策を検

討するために、底質からの溶出、干陸地からの溶出等も考慮した、調整池内の汚濁メカニズム解明のための調査が必要と考えられる。

参考文献

- 1) 長崎県: 諫早湾干拓調整池水質保全計画(1997)
- 2) 本多邦隆,他: 諫早湾干拓調整池水質等調査結果(第1報),長崎県衛生公害研究所報,43,86-88 (1997)
- 3) 本多邦隆,他: 諫早湾干拓調整池水質等調査結果(1998年度),長崎県衛生公害研究所報,44,67-70(1998)
- 4) 本多邦隆,他: 諫早湾干拓調整池水質等調査結果(1999年度),長崎県衛生公害研究所報,45,55-58(1999)
- 5) 濱邊聖,他: 諫早湾干拓調整池水質等調査結果(2000年度),長崎県衛生公害研究所報,46,53-57 (2000)